

4. ВОПРОСЫ ТЕХНИКОЗНАНИЯ, ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ОБЩЕСТВОЗНАНИЯ

А. А. Якубов (студ.),

Г. А. Марьин,

С. И. Дорошек

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕГИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ С МЕТАСТАБИЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ АУСТЕНИТА

Во многих современных наукоемких технических устройствах, в том числе средствах вычислительной техники, используются материалы на основе железоникелевого аустенита с заданным сочетанием физических и других служебных характеристик [1]. Никель, входящий в больших количествах в состав этих сплавов, дорог и дефицитен. При прогнозируемом возрастании объема потребления подобных материалов и ограниченности ресурсов проблема экономии никеля становится актуальной. Один из путей решения ее – использование экономнолегированных сплавов.

Уменьшение содержания никеля в сплавах на железоникелевой основе приводит к тому, что материалы приобретают склонность к мартенситному превращению (МП). Это сопровождается потерей оригинальных физических свойств аустенита, изменением (и часто ухудшением) механических, технологических, коррозионных и других служебных характеристик.

По-видимому, перечисленное сделало область вблизи железного угла малопривлекательной для исследователей. Нашей задачей было обследовать эти "белые пятна" с целью предварительной оценки возможностей их освоения.

В качестве базы для исследований было выбрано сечение $[\text{Fe}]=68\%$, реализуемое с помощью сплавов открытой индукционной плавки. Использовались 12 легирующих элементов (ЛЭ): Ti, V, Cr, Mn, Co, Cu, Mo, W, Al, Si, P, S, которые замещали никель. Содержание ЛЭ варьировалось в пределах одной плавки. Образцы подвергались идентичной механической и термической обработке. Изучались характеристики, представляющие первостепенный практический интерес: величина зерна, механические и коррозионные свойства, темпе-

ратура начала мартенситного превращения. Методика описана в работе С.И.Дорошека [2].

Получены следующие результаты.

Величина зерна. Был обнаружен эффект, заключающийся в закономерном изменении величины зерна в виде кривой с экстремумом при 1 - 2 ат. % ЛЭ. Наблюдаемое измельчение зерна составляло величину до 2-4 баллов, если диаметр атома ЛЭ значительно отличался от такового для матрицы. Установленная закономерность была использована для рационализации легирования сплавов камертонов на Fe-Ni-Ti основе.

Механические свойства. Измерения предела текучести (ПТ) в бинарной системе подтвердили первые сообщения отечественных исследователей (1965-1967) о том, что концентрационная зависимость ПТ имеет вид кривой с максимумом вблизи 36% Ni [3]. Величина добавочной составляющей ПТ (так называемое инварное упрочнение) составляет около 80 МПа. Сплавы, содержащие менее 32 ат. % Ni, в состоянии после отжига 1200^oС неустойчивы к образованию мартенсита деформации. Найдено, что механические свойства, присущие однофазному твердому раствору, уверенно можно установить, если ЛЭ подавляют склонность сплава к мартенситному превращению (МП). Полученные результаты в основном находятся в соответствии с данными монографии [4]. Особенности наблюдаются при легировании фосфором и кобальтом.

Фосфор значительно упрочняет аустенит и по своему действию близок к ниобию. В кобальтсодержащих сплавах выявляется возрастание инварной составляющей ПТ до 180 МПа. Также обнаружено, что добавки кобальта в определенных условиях могут оказывать подавляющее действие на образование мартенсита деформации.

Коррозионные свойства. В растворе соляной кислоты концентрационная зависимость стационарного потенциала (СП) и скорости коррозии (СК) бинарных сплавов вблизи 50% ат. Ni имеют "пороговый" вид. При содержании никеля менее 34 ат. % (точка термодинамического равновесия ГЦК и ОЦК фаз) наблюдается ухудшение коррозионных характеристик, чем маскируется наличие "порога" вблизи 25% Ni. В легированных железоникелевых сплавах коррозионные характеристики ухудшаются с возрастанием нестабильности аустенита (например, при добавках кобальта). Повышение стабильности аустенита при введении ЛЭ сопровождается "насыщением" концентрационных зависимостей, что

позволило определить "пороговые" значения СП и СК аустенита, содержащего менее 25 ат. % Ni (соответственно -0,16 В и 10 г/м² ч).

В совокупности полученные данные показывают ухудшение уровня коррозионных характеристик метастабильного аустенита не более чем на один балл. Тем не менее они остаются существенно выше, чем у железа.

Температура начала мартенситного превращения (ТНМП). Новые моменты в постановке задачи заключались в следующем:

- изучение проводилось для условий, более адекватных требованиям практики, т.е. исходные сплавы в климатическом интервале температур должны находиться в однофазном состоянии (литературные данные обычно относятся к температурам, существенно выше комнатных);

- легирующие элементы замещают не железо, а никель, когда при постоянном компоненте, стимулирующем полиморфное превращение, мы планируем уменьшить степень неопределенности в интерпретации полученных результатов;

- фактически в унифицированных условиях подвергалась изучению ТНМП атермического превращения (в литературе обычно приводятся данные по изотермическому превращению).

Полученные нами величины изменения ТНМП (в К) при введении в сплав 1 ат.% ЛЭ сведены в нижеследующую таблицу.

ЛЭ	ТНМП, К	ЛЭ	ТНМП, К
Ti	-34	Cu	-7
V	-49	Mo	-82
Cr	-67	W	-108
Mn	-63	Al	-3
Fe	+25	Si	-11
Co	+27	P	-57
Ni	0	C	-3

Полученные величины плохо согласуются с литературными данными, что мы связываем с изложенными выше обстоятельствами. Анализ

показывает, что ферромагнитное упорядочение приводит к уменьшению ТНМП. Обнаруженное сильное действие легирования фосфором мы связываем с влиянием ряда однонаправленных факторов: значительным упрочнением матрицы, измельчением зерна, различием растворимостей в ГЦК и ОЦК матрицах, способностью содействовать ферромагнитному упорядочению [2] и др. Фосфор является одним из наиболее эффективных и дешевых ЛЭ, подавляющих мартенситное превращение. Его использование может быть перспективным при создании новых экономнолегированных сплавов.

Литература

1. Прецизионные сплавы: Справ./Под ред. Б.В.Молотилова. М.: Металлургия, 1983. 439 с.
2. Дорошек С.И. Исследование и применение инварных сплавов на железоникелевой основе. Свердловск, 1982. 167 с. Деп. в ВИНТИ, N 4426-82.
3. Марьин Г.А., Дорошек С.И. Физическая природа аномалий механических свойств железоникелевых сплавов//Физика магнитных материалов. Калинин, 1983. С.45-51.
4. Пикеринг Ф.Б. Физическое металловедение и разработка сталей. М.: Металлургия, 1982. 184 с.

С. А. Новоселов,
И. А. Торопов,
К. Э. Платонцев

СИНТЕЗ РЕПРОДУКТИВНОЙ И ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО АНАЛИЗУ ИЗОБРЕТЕНИЙ

Развитие технического творчества студентов рассматривается как одно из важных направлений в педагогике высшей школы. В большинстве отраслей народного хозяйства уровень техники и технологий не соответствует сегодняшнему мировому уровню. Поэтому будущих специалистов следует подготовить к научно-исследовательской и изобретательской работе по совершенствованию производства, т.е.